

Popularnonaukowe streszczenie projektu

Celem projektu jest zastosowanie metody bezpośredniego odlewania koagulacyjnego (*ang. direct coagulation casting*, DCC) do otrzymywania nanokrystalicznych materiałów półprzewodnikowych na bazie nano-ZnO i nano-ATO (Sb_2SnO_5). Metoda ta wykorzystuje reakcję enzymatyczną, której produkty zmieniają pH masy lejnej powodując koagulację cząstek i uzyskanie wysokiego stopnia zagęszczenia kształtek. Drugim celem projektu jest zastosowanie domieszek (soli metali) i ich jednorodne rozmieszczenie wokół cząstek nanoproszku w zawieszynie, co ma na celu ograniczenie rozrostu ziarna podczas spiekania i wytworzenie spieków o kontrolowanej wielkości ziarna. Zmniejszenie wielkości ziarna prowadzi do zmian nie tylko właściwości mechanicznych ale także może prowadzić do zmian we właściwościach elektrycznych materiałów półprzewodnikowych, takich jak ZnO, gdzie o np. właściwościach warystorowych decydują granice ziaren. W otrzymywaniu materiałów ceramicznych znaczącą rolę odgrywają procesy formowania, pozwalające na przejście od proszku ceramicznego do kształtki o określonej geometrii i strukturze. Metody formowania oparte na masach lejnych dają możliwość wytwarzania elementów o skomplikowanej geometrii, w relatywnie krótkim czasie, zminimalizowania lub wyeliminowania obróbki końcowej drogimi narzędziami (głównie diamentowymi) czy też ograniczenie stosowania szkodliwych związków wspomagających proces formowania. Ponadto metoda DCC pozwala, poprzez zmiany pH na sterowaniem ładunkiem na powierzchni cząstek ceramicznych powodując otaczanie ich wybranymi jonami. W projekcie zjawisko to zostanie wykorzystane do modyfikacji powierzchni cząstek jonami metali, co pozwoli na modyfikację właściwości elektrycznych, optycznych i cieplnych spieków. Wyzwaniem dla metod opartych na masach lejnych, w tym metody DCC, jest użycie proszku o rozmiarach manometrycznych, głównie ze względu na niższe stężenie w masie lejnej, w porównaniu z ich mikrokystalicznymi odpowiednikami.

Niniejszy projekt badawczy opiera się na opracowaniu nowoczesnych metod formowania wyrobów ceramicznych z proszków o wielkościach nanometrycznych z wykorzystaniem enzymów jako biokatalizatorów. W tym celu przeprowadzona zostanie pełna charakterystyka nanoproszków w stanie wyjściowym oraz po procesie ich oczyszczania i deaglomeracji, co ma na celu osiągnięcie wysokiego stężenia fazy stałej w masie lejnej. W kolejnych fazach zostanie przeprowadzona optymalizacja procesu upłynniania masy lejnej i otrzymywania kształtek ceramicznych, polegająca przede wszystkim na doborze rodzaju i ilości substancji upłynniającej oraz układu enzymatycznego: substrat – enzym. Proces spiekania zostanie przeprowadzony w oparciu o dobrane parametry mające na celu minimalizację rozrostu ziarna. Na otrzymanych w ten sposób spiekach przeprowadzone zostaną obserwacje mikrostruktury, w tym granic międzyziarnowych oraz badania właściwości mechanicznych i elektrycznych.

Zdobycie podstawowej i nowej wiedzy z zakresu wytwarzania materiałów ceramicznych o jednorodnej, nanometrycznej wielkości ziarna z kontrolowanym składem chemicznym i fazowym granicy międzyziarnowej metodą DCC umożliwi sterowanie właściwościami elektrycznymi w szerokim zakresie, co jest istotne z punktu widzenia potrzeb cywilizacji informatycznej. Stwarza to również możliwość miniaturyzowania niektórych elementów na bazie półprzewodników, których właściwości istotnie zależą od udziału granic ziaren (warystory). Umożliwi to racjonalną gospodarkę surowcami. Wiedza zdobyta w ramach tego projektu dotycząca m.in. uzyskiwania wysokiego stężenia nanoproszków w masie lejnej lub kontrolowania właściwości granic ziaren może być wykorzystana zarówno do innych nanoproszków jak i innych metod formowania.